

Лабораторная работа № 6

Волоконно-оптический датчик перемещений

Цель работы – освоение методики калибровки волоконно-оптического датчика перемещений с использованием отражающей поверхности и измерение небольших перемещений физических тел с помощью этого датчика.

Волоконно-оптические датчики (ВОД) – устройства, предназначенные для преобразования и измерения физических характеристик объектов контроля (ОК) [6, 7, 21]. Принцип действия ВОД состоит в регистрации изменений параметров оптических сигналов, распространяющихся по световоду, оптические свойства которых зависят от внешних воздействий. ВОД особенно успешно применяются в тех случаях, когда датчики должны работать совместно с волоконно-оптическими линиями связи, а также в агрессивных и взрывоопасных средах.

По принципу действия все ВОД можно разделить на четыре класса в зависимости от того, какой из параметров светового потока, распространяющегося по волокну (амплитуда A , фаза φ , состояние поляризации, частота ω) используется для получения информации об измеряемом физическом воздействии.

1. Амплитудные датчики, называемые также датчиками интенсивности, в которых внешнее воздействие модулирует интенсивность I световой волны в выходном волокне датчика. В датчиках интенсивности чувствительный элемент представляет собой либо встроенное в волоконно-оптический тракт модулирующее устройство, либо введенную в волоконную линию нерегулярность (разрыв, изгиб и т.д.).
2. Фазовые датчики, в которых под действием внешнего фактора изменяется фаза φ оптического сигнала на выходе чувствительного элемента (сенсора).
3. Поляризационные датчики, в которых в качестве информационного параметра используется изменение поляризации светового потока.
4. Частотные датчики – новый класс ВОД, появление которого можно ожидать благодаря прогрессу в создании интерференционных фильтров в волоконном исполнении; в таких датчиках исследуемое физическое воздействие изменяет частоту ω генерируемого, отраженного или пропускаемого света.

Методика выполнения работы

Простейшим датчиком интенсивности является ВОД перемещения (рис. 6.1). Параллельно отражающей свет поверхности 3 располагаются

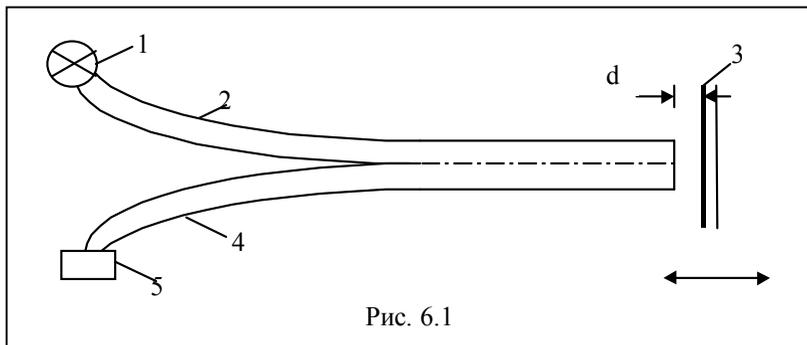


Рис. 6.1

торцы осветительных 2 и приемных 4 световодов, связанных соответственно с источником света 1 и фотоприемником 5.

Возможны различные способы компоновки волокон в осветительных и приемных световодах (рис. 6.2) Размещение волокон в жгуте может быть

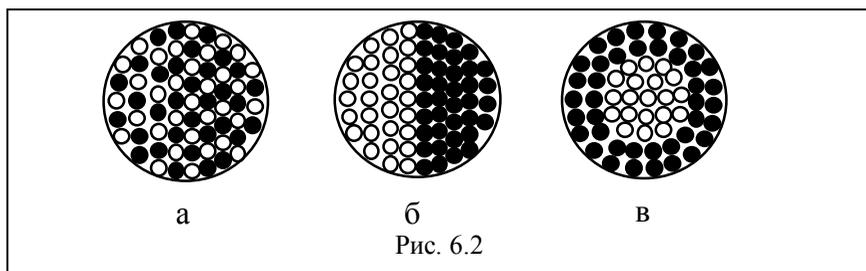


Рис. 6.2

случайным (рис. 6.2а), пополам (рис. 6.2б), с передающими волокнами в центре (рис. 6.2в). Светлые кружки на рис. 6.2 – передающие волокна, темные кружки – приемные волокна. Наиболее прост и эффективен способ, когда используется стандартный световодный жгут с нерегулярной укладкой отдельных волокон (рис. 6.2а).

Сигнал фотоприемника ВОД перемещения зависит от расстояния d между отражающей свет поверхностью и торцами световодов. При $d=0$ и $d=\infty$ световой сигнал не будет поступать в приемные световоды; следовательно, зависимость сигнала фотоприемника U от расстояния d изображается некоторой кривой с максимумом. Типичная характеристика такого датчика приведена на рис. 6.3. Здесь

$$\bar{U} = \frac{U - U_0}{U_{\max} - U_0}, \quad (1)$$

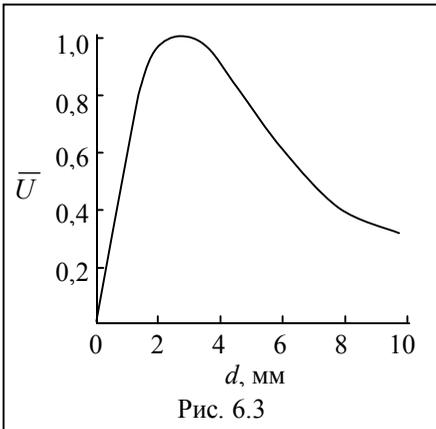


Рис. 6.3

где U_0 - сигнал при $d = 0$, обусловленный темновым током фотоприемника, U_{\max} - его наибольший сигнал. Максимальная чувствительность датчика перемещения реализуется при использовании восходящей ветви характеристики. Если необходимо измерять перемещения в более широком диапазоне, то можно работать и с нисходящим участком характеристики, - чувствительность к перемещению при этом, естественно, ниже.

Если в качестве отражающей поверхности использовать поверхность мембраны, то такой датчик пригоден для измерения давлений и знакопеременных ускорений.

В данной лабораторной работе изучается ВОД перемещения, принципиальная схема которого приведена на рис. 6.1. В качестве источника света 1 используется гелий-неоновый лазер с $\lambda = 0,633$ мкм.

Волоконно-оптический жгут, состоящий из волокон диаметром ~ 30 мкм, содержит передающие и приемные волокна, размещение которых в жгуте соответствует рис. 6.2б (пополам). Торцы жгута (диаметром ~ 1 мм) склеены и отполированы. Один из торцов расщеплен с помощью острого ножа и часть волокон использована в качестве осветительных, а остальные - в качестве приемных.

Световой сигнал, вводимый в передающие волокна, отражается зеркальной поверхностью, которая является в этом датчике модулирующим элементом. Зеркало 3 закреплено на микропозиционере, позволяющем совершать перемещения с шагом 0,005 мм.

Волоконный жгут закреплен в специальном зажиме, который, как и микропозиционер, расположены на оптической скамье.

Световой сигнал после отражения от зеркала по приемным волокнам поступает на фотодетектор 5, в качестве которого используется фотодиод ФД-24К. С фотодиода сигнал подается на цифровой вольтметр В7-21 или на осциллограф типа С8-13.

Порядок выполнения работы

1. Собрать схему ВОД перемещения (рис. 6.1) в соответствии с описанием.
2. Включить лазер и вольтметр.
3. С помощью микропозиционера подвести зеркало вплотную к торцу волоконного жгута. Измерить вольтметром сигнал U_0 , обусловленный темновым током фотоприемника. Записать, какому делению n микропозиционера он соответствует.
4. Отодвинуть зеркало от торцов жгута на 0,05 мм (5 делений) и измерить вольтметром сигнал U . Провести измерения $U = f(d)$ с шагом 0,05 мм (5 делений) до значения $n = n_0 + 0,5$ мм (50 делений), с шагом 0,1 мм (10 делений) до максимума и с шагом 1 мм (100 делений) до значения $n = n_0 + 10$ мм.
5. По формуле (1) вычислить \bar{U} . Построить зависимость $\bar{U} = f(d)$ на миллиметровой бумаге, выбрав соответствующий масштаб, для значений d от 0 до 10 мм.
6. Определить, какой из участков калибровочной кривой обладает наибольшей чувствительностью к перемещению, оценить чувствительность на этих участках по их наклону.
7. Используя калибровочную кривую, измерить высоту ступеньки на поверхности детали, выданной преподавателем.